

CAST STEEL MATERIAL CONTAINING BISMUTH WITH MECHANICAL PROCESSABILITY**Patent number:** JP56035758**Publication date:** 1981-04-08**Inventor:** DENISU TEI KINTO; DEIBANSHIYU BATASHIYARIYA**Applicant:** INLAND STEEL CO**Classification:**- **international:** C22C38/60- **european:****Application number:** JP19800109092 19800807**Priority number(s):** US19790070829 19790829**Also published as:**

EP0027165 (A)

US4247326 (A)

ES8106764 (A)

EP0027165 (B)

Report a data error

Abstract not available for JP56035758

Abstract of corresponding document: **US4247326**

A free machining steel shape containing bismuth which functions as a liquid metal embrittler. The opportunity for bismuth to function as a liquid metal embrittler is increased by limiting the size of bismuth-containing inclusions to less than five microns.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑨ 日本国特許庁 (JP)
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭56-35758

⑫ Int. Cl.³
C 22 C 38/60

識別記号
C B H

厅内整理番号
6339-4K

⑬ 公開 昭和56年(1981)4月8日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ ビスマスを含有する機械加工自在の鍛成鋼材

⑫ 特 願 昭55-109092

⑬ 出 願 昭55(1980)8月7日

優先権主張 ⑬ 1979年8月29日 ⑭ 米国(US)
⑪ 70829

⑫ 発明者 デニス・ティ・クイント
アメリカ合衆国インディアナ
セント・ジョン・ヒツコリー・
レイン9872

⑫ 発明者 デイバンシュ・バタシヤリヤ
アメリカ合衆国イリノイ・マチ
ソン・クレストウッド・ロード
5613

⑬ 出願人 インランド・スチール・カンパ
ニー
アメリカ合衆国60603イリノイ
・シカゴ・ウエスト・モンロー
・ストリート30

⑭ 代理人 弁理士 角田嘉宏

明細書

1. 発明の名称

ビスマスを含有する機械加工自在の鍛成鋼材

2. 特許請求の範囲

(1) 炭素(0.08~1.0重量%), マンガン(0.8~1.6重量%), シリコン(最高0.80重量%), 硫黄(0.03~0.50重量%), 鋼(最高0.12重量%), ビスマス(0.05~0.40重量%), 鉄(実質的に残量)より実質的に成る自由機械加工鍛成鋼材において、5ミクロン未満の平均サイズを有するビスマス含有介在物中に上記ビスマスが存在することにより、より大きいサイズの介在物中に同量のビスマスを有する鋼と比べて、機械加工中に微小きれつの先端への即時搬送用にビスマスが利用できる上記鋼の微細組織中における箇所数を増加させることを特徴とする機械加工自在の鍛成鋼材。

(2) 特許請求の範囲第1項に記載の機械加工自在の鍛成鋼材において、上記ビスマスは元素の

ビスマスを含む介在物として存在する。

(3) 特許請求の範囲第1項に記載の機械加工自在の鍛成鋼材において、上記鋼はさらに0.8重量%までの鉄と0.08重量%までのカルブを含む。

(4) 特許請求の範囲第1項に記載の機械加工自在の鍛成鋼材において、上記マンガン含量は硫黄含量の3倍より大きい。

(5) 特許請求の範囲第1項に記載の機械加工自在の鍛成鋼材において、上記鍛成鋼材はインゴットである。

3. 発明の詳細な説明

本発明はビスマスを含む機械加工自在の鋼に関する、特に、このビスマスが液体金属せい化物として作用する機会が増加させられるビスマスを含む鍛成鋼材に関する。

鋼の機械加工において、切削工具が鋼表面に当たられ、鋼または切削工具のいずれかが他方に対し相対移動させられて切削工具による鋼の切削が行われる。これにより鋼屑が形成され、この屑

特開昭56- 35758(2)

は加工中に鋼から除去される。屑の形成は鋼中の微小きれつの形成と伝達に関連する。

更に詳しくは、機械加工中、切削具の切削線が鋼に接触する位置で鋼に力が加えられ、この力が鋼中に微小きれつを生ずる。この微小きれつは鋼中の介在物に生じ得、またこの微小きれつは鋼中に、切削具の切削線が鋼に接触する位置から微小きれつの最内端へのび得る。この微小きれつは一般に鋼中の粒界または相間境界に沿つて進行する。この微小きれつの伝達は、機械加工中のエネルギー消費を要する。微小きれつを伝達するに要するエネルギー消費が小さいほど、鋼の加工が容易になり、したがつて、鋼の加工性が良好になる。

加工中、微小きれつの付近における鋼の温度は加工中に生ずる熱により上昇する。加工による鋼の温度上昇は、機械工具の切削線において最も高く、そこから離れるにつれて減少する。

もし、微小きれつの最内端またはその付近に液体金属せい化物が存在すれば、微小きれつを

(3)

物はほんの数個の原子の厚さを有する層を成し得るが、それは微小きれつにおいて液体金属せい化物として所望の作用を達成するには十分なものである。

液体金属せい化物のそのような作用をする能力は微小きれつの先端へのその即時搬送に直接関連するので、微小きれつの先端へ即時搬送する可能性を高めるものは全て望ましい。

液体金属せい化物の融点が低く、鋼の粒界または相間境界をぬらす傾向が強いほど、容易に破碎するようせい化される鋼の領域は工具の切削線から遠く離れる。

機械加工性を高めるため鋼に硫黄を加えることは従来手段である。硫黄はマンガンと結合して鋼中に硫化マンガン介在物を形成する。硫黄が熱よりむしろマンガンと結合することにより熱間もろさとして知られる熱間圧延の欠点を避けるためのマンガン含量は、典型的には鋼の硫黄含有量の約2.5倍である。マンガンは、固溶体強化(solid solution strengthening)として知られ

(4)

伝達するに要するエネルギーは低下する。液体金属せい化物は比較的に低い融点を有する金属または合金であるので、それは加工中の微小きれつの先端における一般的な温度で液体であり、またその融点付近に比較的低い表面の自由エネルギー値を有するので粒界または相間境界に沿つた比較的大きい表面張力をぬらす能力を液体金属せい化物に与える。表面自由エネルギー値(または表面張力)が低いほど、液体金属せい化物の表面張作用範囲は大きい。普通、液体金属せい化物の表面自由エネルギー値は液体金属せい化物の融点で急速に減少する(したがつて、そのぬらす能力は急速に増加する)。

液体金属せい化物を含む介在物の付近で微小きれつが先ず伝達され、その介在物の位置における温度が液体金属せい化物を液化するに十分上昇させられると、液体金属せい化物がほとんど即時に微小きれつの先端へ搬送される。この搬送は粒界、相界または同様のものに沿つて進行する。このように搬送される液体金属せい化

(5)

る機構により鋼を強化することができる。硫黄と結合するマンガンは鋼を強化するために利用できない。

機械加工性を高めるため鋼に加えられた成分としては鉛、テルル、ビスマスおよび硫黄が含まれ、これらは全て鋼の微細組織内に介在物として存在する。これまででは、この微細組織にとつて加工性増加成分の微細介在物を含むことは望ましくないと考えられていた。たとえば、硫化マンガン介在物については、1.5ミクロンが最適サイズと考えられ、介在物のサイズは一般に1.0~3.0ミクロンの範囲にあり、5ミクロン未満は想いと考えられる。

ビスマスは比較的低い融点(271°Cすなわち520°F)を有し、ビスマスの融点に近い温度における表面自由エネルギー値は比較的低い(375erg/cm²)。その結果、これらの特性を妨害するものがなければ、ビスマスは加工工具の切削線から比較的低い鋼の粒界または相間境界をぬらす強い傾向を有し、それによりその領域

(6)

をせい化して破壊を容易にする。

上述のように、ビスマスが液体金属せい化物として作用する能力に影響を与える因子の1つは、機械加工中に微小きれつの先端へのビスマスの即時輸送用の有効性である。この即時輸送用のビスマスの有効性を増加させると、その液体金属せい化物としての作用能力を高める。本発明によれば、ビスマスは、5ミクロン未満の平均不純物サイズを有するビスマス含有介在物として網の微細組織中に施される。これにより、より大きいサイズの介在物中の同量のビスマスを有する網に比べると、加工中に微小きれつの先端への即時輸送用にビスマスが有効となる網の微細組織内における箇所数が増加する。

液体金属せい化物は致度の大きな網ほど有効である。したがって、本発明による網は、少なくとも0.06重量%から約1.0重量%までの炭素含有量と、炭素含有量の3倍より多いことが望ましく少なくとも0.80重量%であるマンガン含有量を行する。

(7)

銅	最高 0.12 重量%
ビスマス	0.05 ~ 0.40 重量%
鉄	実質的に強量

鉄に適用された「実質的に強量」という表現は、網が一般に見られる不純物を含むことを意味する。しかしながら、これら不純物にはビスマスのぬらし能力を低下させるものがあり、そのような不純物については、本発明の望ましい実施例において、その合計量は網のビスマス含有量より少ないことを要する。ビスマスのぬらし能力を低下させる成分は銅、すず、亜鉛およびニッケルである。これら成分の総量は網のビスマス含有量の6.0%未満であることが望ましい。典型的には、網のビスマス含有量は約0.20重量%を超えない。

テルルはビスマスのぬらし能力を高め、一実施例において、テルルは網中に最高0.08重量%まで含まれ得、網中に望ましくは少なくとも0.015重量%のテルルが存在する。また銅も、網の機械加工性を高めるため、最高0.3重量

(8)

この網はインゴット形にまたはピレット形に（たとえば連続鍛造により）鍛造されうる。インゴット形に鍛造する場合、鋼材はピレットに熱間圧延されうる。ピレットはさらに熱間圧延により縮小され、その熱間圧延製品は棒状に冷間引抜されうる。本発明により鍛成鋼材に付与される特性は後段の縮小へ持ち越される。したがって、ここで用いられる如き「鍛成鋼材」の用語は、縮小前の本来の鋼材と縮小鋼材の両方を含む。

その他の特徴と利点は本出願で請求および開示される製品に固有のものであり、当該技術分野の熟練者には下記の詳細な記載より明らかになろう。

本発明による機械加工自在の鍛成鋼材は下記の範囲内の組合せを有する。

炭素	0.06 ~ 1.0 重量%
マンガン	0.3 ~ 1.6 重量%
シリコン	最高 0.30 重量%
硫黄	0.03 ~ 0.50 重量%

(8)

まで網に加えられうる。

鋼を製造する原料の1つとしてスクランプ鋼が使用される場合に鋼、ニッケルおよびすずが網中に一般に見られる。製鋼中に銅、すずまたはニッケルを除去することは商業上実用的でない。したがって、本発明にしたがい銅、ニッケルおよびすずを網のビスマス含有量より少ない総量に確實に制限するには、銅、ニッケルまたはすずを含有するスクランプを製鋼中に導入することを避けるか、または銅、ニッケルまたはすずを含有するスクランプを製鋼前にその他のスクランプ鋼から分離することが必要である。このような予備措置は、亜鉛を含むスクランプについてでは、亜鉛は溶融鋼の温度で沸騰して放出されて製鋼中に自動的に除去されるので不要である。この網はまた高炉で製造された高炉金属から完全に作ることによりスクランプの使用を完全に省くこともできるが、この種の原料製造は商業的見地から特に望ましくはない。

本発明によるビスマス含有網の例を表1に示

特開昭56-35758(4)

す。

表 1 (重量%)

成分	A	B	C	D
炭素	0.06~0.08	0.45~0.47	0.41~0.43	0.06~0.08
マンガン	0.60~0.80	1.62~1.60	1.46~1.55	1.05~1.10
シリコン	0.01~0.02	0.20~0.25	0.15~0.30	0.02
硫黄	0.12~0.16	0.20~0.33	0.35	0.26~0.33
鉛	0.06~0.07	0.03	0.03	0.06~0.09
ビスマス	0.3~0.4	0.27~0.33	0.2~0.3	0.1~0.2
銅	0.05	0.08	0.08	0.01
すず	0.02	0.04	0.01	0.008
ニッケル	0.05	0.08	0.01	0.01
CuSnNi 合計	0.12	0.20	0.10	0.026

上記の鋼 A~D の全てにおいて、合成の残りは実質的に鉛（特に示されなければ、通常の不純物を追加）より成る。

上記表 1 から明らかなように、液体金属ぜい化物として作用するビスマスが鋼に含まれる。さらに、液体金属ぜい化物として作用するビスマスの能力を高めるため、鋼中の他の成分が調

整された。このように、ビスマスのねらし能力を下げる成分の容量（たとえば、銅、すず、ニッケル）は鋼中のビスマス量より少ない。銅に強度を与えるため、炭素含量は少なくとも 0.06 重量% である。マンガン含量は硫黄含量の 3 倍より上である（0.30 重量% より上であることは勿論）ことにより、固溶体強度により鋼の強度に寄与する。上述のように、鋼強度を高めることは液体金属ぜい化物をより有効にする。

表 1 に示された例により反映される実施形態の変形として、下記の表 2 に例示するテルルまたはテルルおよび鉛もまた鋼に含まれうる。

表 2 (重量%)

成分	E	F	G	H
炭素	0.07	0.46	0.42	0.08
マンガン	0.95	1.55	1.50	0.90
シリコン	0.01	0.22	0.18	0.02
硫黄	0.14	0.30	0.35	0.27
鉛	0.06	0.08	0.02	0.08
ビスマス	0.88	0.28	0.22	0.12

(III)

02

テルル	0.04	0.05	0.05	0.02
鉛	-	-	0.16	0.12
銅	0.1	0.08	0.2	0.01
すず	0.05	0.04	0.01	0.01
ニッケル	0.1	0.08	0.02	0.006
CuSnNi 合計	0.25	0.20	0.06	0.026

上記の鋼 E~H の全てにおいて、合成の残りは実質的に鉛（特に示されなければ、通常の不純物を追加）を含む。

テルルは融点でビスマスの表面自由エネルギーを下げる所以、テルルは液体金属ぜい化物として作用するビスマスの能力を高める。これにより、ビスマスが液体金属ぜい化物として作用する時にねらうことのできる面積を増加するビスマスのねらし能力が増加する。このように、鋼中に減少された量であつても銅、すずまたはニッケルが存在することにより引き起こされるねらし能力のいかなる損失もテルルにより相殺するわざと補償することができる。テルルと違い、鉛はビスマスの表面自由エネルギーに対し

比較的小さい効果しかない。

典型例として、このビスマスは元素のビスマスを含む介在物として存在する。テルルまたはテルルと鉛が存在する場合、ビスマスはこれら成分の一方または両方と金属間複合体として結合し得、この金属間複合体は鋼中に介在物として存在する。

液体金属ぜい化物として作用するビスマスの能力は微小されつた先端へのその即時搬送と直接関連するので、微小されつた先端への即時搬送の可能性を高めるものは全て望ましい。5 ミクロン未満の平均介在物サイズを有するビスマス含有介在物としてビスマスが鋼の微細組織中に施されると、より大きいサイズの介在物中に同量のビスマスを有する鋼と比べて、機械加工中に微小されつた先端への即時搬送用にビスマスが利用できる鋼の微細組織中における箇所数が増加する。

5 ミクロン未満の平均サイズを有するビスマス含有介在物を得るには、インゴットまたはビ

03

04

レットでありうる所量の形に鉄造する際に鋼を比較的急速な固化率（たとえば平均毎分20°Cすなわち68°F）で処理することを要する。

所量の固化率は、鋼型を適正に冷却または鋼を冷却ゾーン等を通過させる速度を調節することにより鋼を逐次的にビレットに鉄造する従来の方法により得られる。具体的には、もし介在物が所量サイズを超える場合は、型の冷却を増加すべきであり（たとえば、型を循環する冷却流体の温度を下げるかその循環速度を上げることにより）、鋼が冷却ゾーンを通過する速度を下げるべきであり、冷却ゾーン内の冷却スプレーの温度を下げるか、またはスプレー比率を上げるか、あるいは上記のことを複数回行うべきである。ビレットが約80～11分後に完全固化される場合、約128cm×128cm(7"×7")の断面を有する連続鉄造ビレットに対して、所量サイズのビスマス介在物が得られる。

所量の固化率は、インゴット型の冷却（チル）またはインゴット型内で所量の固化率が確実

14

インゴット鉄造において、インゴット型が7/8～7/8（インゴット高さ）満たされた時にビスマスは溶鋼に加えられる。一実施態様において、部分的に満たされたインゴット型における流れの新鮮位置の上方の流れの上の位置においてインゴット型に流入する溶鋼流へビスマスが加えられる。別の実施態様においては、ビスマスは部分充満インゴット型内における溶鋼混流の尖端的に新鮮位置で加えられる。ビスマスが鋼型位置で加えられる場合、それは散漫なショットまたは2.25kg(5ポンド)袋内の針のいずれかの形をとりうる。鋼型位置の上方の位置でビスマスが注入流に加えられる場合、ビスマスはショットとして加えるべきである。ショットとして加える場合、他の成分（たとえば鉛）をショットの形で鋼に加えるため従来より用いられているショット添加ガムを使用しうる。

インゴット型に注入する溶鋼流へビスマスショットを加える場合、この添加の位置は典型的にはインゴット型の頂部の上方約15.24cm(

15

特開昭56-35758(5)

に得られるような他の処理により鋼がインゴットに鉄造される時に得られる。たとえば、従来より低い温度（たとえば、従来より用いられる283.3°F(155.6°C)に対し281.0°F(154.4°C)）で溶鋼をレードル（idle）からインゴットへ導入しうる。しかし、この温度が下がりすぎないように注意しなければ、インゴット鉄造の終り近くで鋼がレードル内で凝固しうる。

ビスマスは40メッシュ未満の微小サイズを有するショットとして加えられうる。あるいは、ビスマスは長さ約6mmと直径2mmの針として加えられうる。典型的には、この針は、鉄造中に溶鋼に加えられる2.25kg(5ポンド)の袋に含まれる。

連続鉄造において、ビスマスは連続鉄造鍛造のかけせき（tundish）に、または鋼がそこからかけせきに注入されるレードルに、あるいは鋼型に流入する注入流に、確ましくはショットとして加えられる。

16

6インチ）から約6.1cm(2フィート)の所である。連続鉄造の鍛造に流入する溶鋼瓶にビスマスショットが加えられる場合、この添加の位置は典型的には型内の流れの新鮮位置の上方約2.54～3.81cm(1～1.5フィート)の所である。

ビスマス介在物のサイズを所量サイズ（6ミクロン未満）に減少させる別の手段は、ビスマス添加前後に溶鋼を攪拌することである。これは連続鉄造プロセス中のかけせきまたはインゴット型のいずれかで行いうる。あるいはこれは、溶鋼の冷却中、溶鋼から逃げて溶鋼中に流れを生じようとする酸素が100ppmより多く溶鋼中に存在することにより起こる流れで又は対流で機械的、電磁的に適応しうる。機械的、電磁的対流で又は前文に述べたタイプの流れでの何れにしても、そのような条件は全て、介在物サイズを減少させることは勿論、ビスマス介在物の分布の均一性を良好にする。

以上の記載は明確な理解のためのみになされ

17

特開昭56- 35758(6)

手 続 補 正 書 (自 発)

昭和 55 年 9 月 26 日

特許庁長官 島 田 春 街 殿

たものであり、そこから不要な限定はされるべきでなく、当該分野の技術者にとって種々の変形は明らかであろう。

特許出願人代理人氏名
弁理士 角 田 嘉 宏

1. 事件の表示 昭和 55 年 第 許 願第 109092 号

2. 発明の名称 ピスマスを含有する機械加工自在の鉄成鋼材

3. 補正をする者事件との関係 特 許 出願人

居 所 アメリカ合衆国, 60603 イリノイ, シカゴ,
ウエスト モンロー ストリート 30
名 称 インランド スチール カンパニー
代表者 ウォーレン エム. オロウイシツ
(国 際: アメリカ合衆国)

4. 代 理 人 〒 650

住 所 神戸市生田区東町 123番地の1 貨物ビル9階
電話神戸 0780-81111 大代表
氏 名 弁理士 (6586) 角 田 嘉 宏

5. 補 正 指 令 の 日 付 昭 和 年 月 日

6. 補 正 の 対 象 明細書の発明の詳細な説明の欄

7. 補 正 の 内 容 明細書中第 15 頁第 3 行目「すなわち 68° F」
とあるのを「すなわち 36° F」に補正します。

特許書
55.9.26
出願第 109092
付 18